©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Veröffentlichung des Österreichischen Nationalkomitees für das International Geological Correlation Programme, Project Nr. 73/I/4 Upper Triassic of the Tethys Realm

Stratigraphie und Tektonik der Hallstätter-Kalk-Scholle von Epidauros (Griechenland)

von LEOPOLD KRYSTYN und ILIAS MARIOLAKOS*)

Mit 5 Abbildungen

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse am 20. März 1975 durch das w. M. Helmuth ZAPFE)

Zusammenfassung

Durch die Hallstätter Kalke des Askleipieion bei Epidauros wurde ein Profil gelegt und feinhorizontiert (z. T. in Abständen von 10 cm) auf Ammoniten und Conodonten untersucht. An Ergebnissen sind zu nennen: 1. die Ergänzung der Schichtfolge durch Unteranis und Nor; 2. keine Anzeichen von stärkerer stratigraphischer Kondensation in der ammonitenreichen Subsolutionsfazies des Oberanis bis Unterkarn; 3. eine Bestätigung der in Nordamerika (Nevada) erstmals erkannten Faunenabfolge im Grenzbereich Anis-Ladin und 4. der Nachweis der *Frankites sutherlandi*-Zone im obersten Langobard.

Lithologisch werden die Hallstätter Kalke von Epidauros mit jenen der Alpen bzw. Dinariden verglichen und danach zweigeteilt, in den „Roten Bankkalk" (Anis-Karn) und den „Massigen Hellkalk" (Unternor). Für eine Verzahnung mit den umgebenden Radiolariten haben sich keine Anhaltspunkte ergeben. Der abrupte Kontakt der heute invers lagernden Kalke zur Umgebung erlaubt uns vielmehr, die Hallstätter Kalke als eine isolierte, in den Radiolarit eingeglittene, Scholle zu erklären. Dieser Gleitvorgang fand submarin — ausgelöst durch synsedimentäre Tektonik — statt.

*) Adressen der Autoren: Dr. LEOPOLD KRYSTYN, Paläontologisches Institut der Universität, 1010 Wien, Universitätsstraße 7/II; Dr. ILIAS MARIOLAKOS, University of Athens, Department of Geology and Paleontology, 46, Franklin Roosevelt Street.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Summary

A detailed survey of the Triassic Hallstatt limestone of Epidauros (Greece) based on bed by bed collections and examination of ammonite and conodont faunas led to the following conclusions: 1) the section was completed by the proof of Lower Anisian and Norian, 2) no evidence of stratigraphic condensation was found within the cephalopod-rich sobsolution facies of the Ladinian, 3) during Upper Anisian and Lower Ladinian the ammonoid succession (*Kellnerites- Nevadites-* "*Protrachyceras*") corresponds closely to the sequence of appearance of the same genera at Fossil Hill, Nevada, and 4) the ammonite fauna found in the *Frankites sutherlandi*-zone clearly suggests a late Upper Ladinian age of this zone.

In terms of lithology the Epidauros section was subdivided into two members (the "Roter Bankkalk" of Anisian to Karnian age and the Lower Norian "Massiger Hellkalk") both well-known from many Hallstatt limestone sequences in the Alps and the Dinarids. In view of the lack of any sedimentary contact between the Hallstatt limestone and the surrounding radiolarites, the limestone lense is interpreted as an allochthonous body moved into the radiolarite by gravity gliding. This process was caused by synsedimentary tectonics on submarine conditions.

Einleitung

Über die Hallstätter Kalke von Epidaurus liegen aus letzter Zeit zahlreiche Untersuchungen vor (Bender & al. 1960, Jacobshagen 1967, Bender 1970, Pelosio 1973, Bachmann & Jacobshagen 1974). Man könnte daher mit gutem Grund annehmen, Neues sei dort kaum zu erwarten. Wenn trotzdem ein weiterer Beitrag geliefert wird, so ist er durch den Gegensatz zwischen in obiger Literatur festgehaltenen Ergebnissen und von uns in der Natur beobachteten Verhältnissen begründet. Interessanterweise decken sich unsere, sowohl in Fragen der Detailstratigraphie als der Tektonik abweichenden, ja fast konträren Ansichten zum Teil mit früheren Deutungen (Renz 1955). Die Ursachen dieser unterschiedlichen Beurteilung sind zweifach erklärbar: Erstens haben sich seit 1970 die Aufschlußverhältnisse durch den südlich des Hirtenlagers angelegten Steinbruch (vgl. Abb. 2) stark verbessert. Und zweitens kamen uns bei der Beurteilung der geologischen Situation des relativ kleinen Vorkommens die regionalen Kenntnisse eines der Autoren (I. Mariolakos) sehr zugute.

Die Arbeit wurde aus Mitteln des International Geological Correlation Programme (Proj. Trias des Tethys-Bereiches) finanziert. Wir danken Herrn Prof. Dr. H. Zapfe (Wien) für seine Unterstützung während der Untersuchungen in Griechenland. Diese wurden im Frühjahr 1972 begonnen und von beiden Autoren gemeinsam im Sommer 1974 fortgesetzt. Herrn B. Gruber (Wien) sind wir für die Bestimmung einiger Daonellen zu Dank verpflichtet.

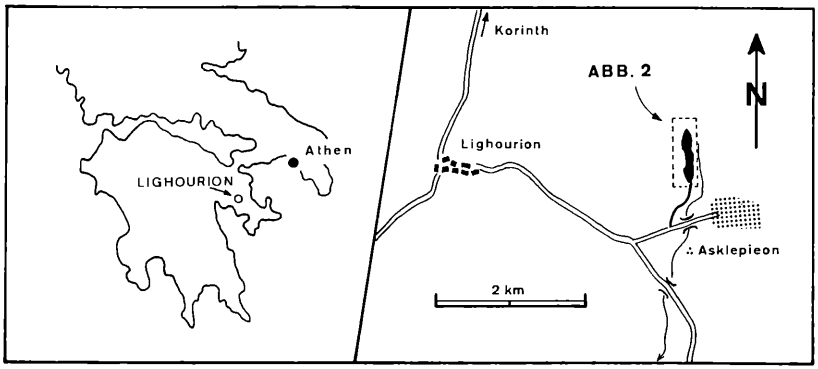

Abb. 1. Lageskizze der Hallstätter Kalke westlich des Asklepieion bei Epidauros.

Stratigraphie

Die Hallstätter Kalke von Epidauros werden seit RENZ 1906 ins Oberanis bis Karn eingestuft. Alle späteren Untersuchungen (JACOBSHAGEN 1967, PELOSIO 1973, BACHMANN & JACOBSHAGEN 1974) haben daran nichts geändert. Aus unseren Aufnahmen geht nun hervor, daß auch Unteranis und Nor vertreten sind, womit eine weitere Komplettierung des schon bisher umfangreichen Profiles erreicht wird.

Übereinstimmend mit BENDER 1970 haben wir die Kalke lithologisch in zwei Komplexe (bei etwas veränderter Grenzziehung) getrennt und uns bei der Benennung an vergleichbare Hallstätter-Kalk-Typen der Nördlichen Kalkalpen (vgl. SCHLAGER 1969) gehalten. Wechselnd rote, gebankte Kalke bilden mit ca. 20 m Mächtigkeit den Liegendanteil der Schichtfolge und entsprechen pro parte dem „Roten Bankkalk" der alpinen Hallstätter Zone (SCHLAGER 1969); nur hält im Unterschied zu den Alpen in Epidauros die Rotkalk-Sedimentation vom Anis bis ins Karn ununterbrochen an. An der Grenze zum Nor wechselt die Lithologie und es kommt zur Ausbildung weißer bis hellrosa, ungebankter Kalke, dem sogenannten „Massigen Hellkalk". Dieser Sedimentations-Umschlag (verbunden mit dem Fehlen unternorischer Rotkalke) ist ein in der Hallstätter Fazies der Alpen und Dinariden (Umgebung Sarajevo) verbreitetes Phänomen, welches in seiner weiträumigen Konstanz auf ehemals große direkte Verbindungen zwischen den heute kleinen und isolierten Vorkommen von Hallstätter Kalken in der Tethys hinweist.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Innerhalb der gebankten Rotkalke sind zwei Bereiche zu unterscheiden, die sich lateral auf kurze Distanz verzahnen. Den Hauptteil nehmen dickgebankte, oft geflaserte Filamentmikrite ein, die nur vereinzelt — nicht auspräparierbare — Makrofossilien und eine relativ arme Mikrofauna führen. Sie dehnen sich im Karn, das mit fast 15 m vergleichsweise mächtig entwickelt ist, über die ganze Scholle aus. Im Anis und Ladin werden sie weitgehend vom geringmächtigen (2—5 m) „bunten Cephalopodenkalk" (=Subsolutionsfazies) vertreten. Ihn kennzeichnen zahlreiche engstehende Fe-Oxyd-umkrustete Hartgründe mit dicht aufeinanderfolgenden Ammonitenlagen. Den mikrofaziellen Charakteristika und speziellen Bildungsbedingungen dieser aus vielen Hallstätter-Kalken der Tethys bekannten, extremen Fossilanhäufungen haben sich WENDT 1970, 1973, und KRYSTYN, SCHÄFFER & SCHLAGER 1971 ausführlich gewidmet. Eine Sonderstellung nimmt die bis mehrere Meter dicke Lumachelle mit *Daonella tripartita* KITTL und untergeordnet *Daonella lommeli* WISSMANN ein, die auf ca. 100 m Länge in den Rotkalk eingeschaltet ist.

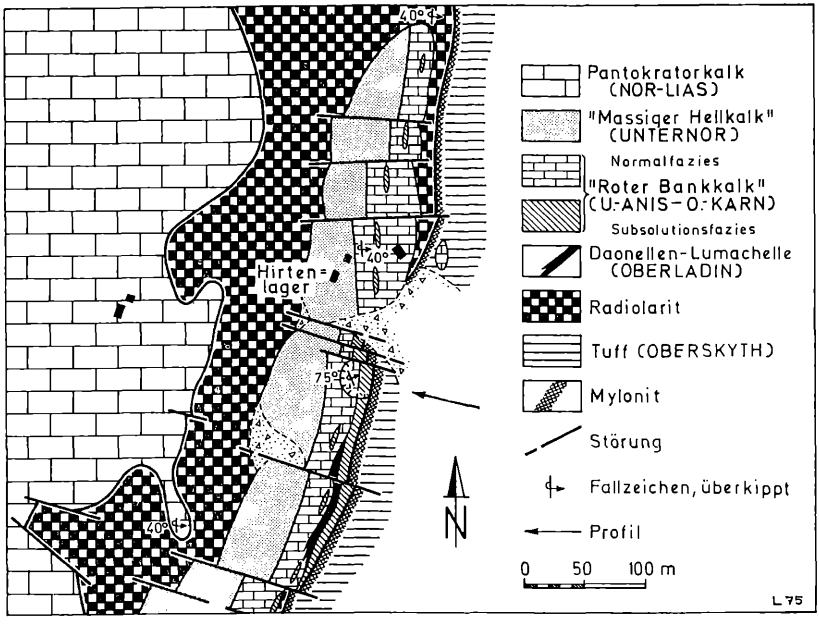

Abb. 2. Geologische Karte der Hallstätterkalk-Scholle von Epidauros (modifiziert nach PELOSIO 1973).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

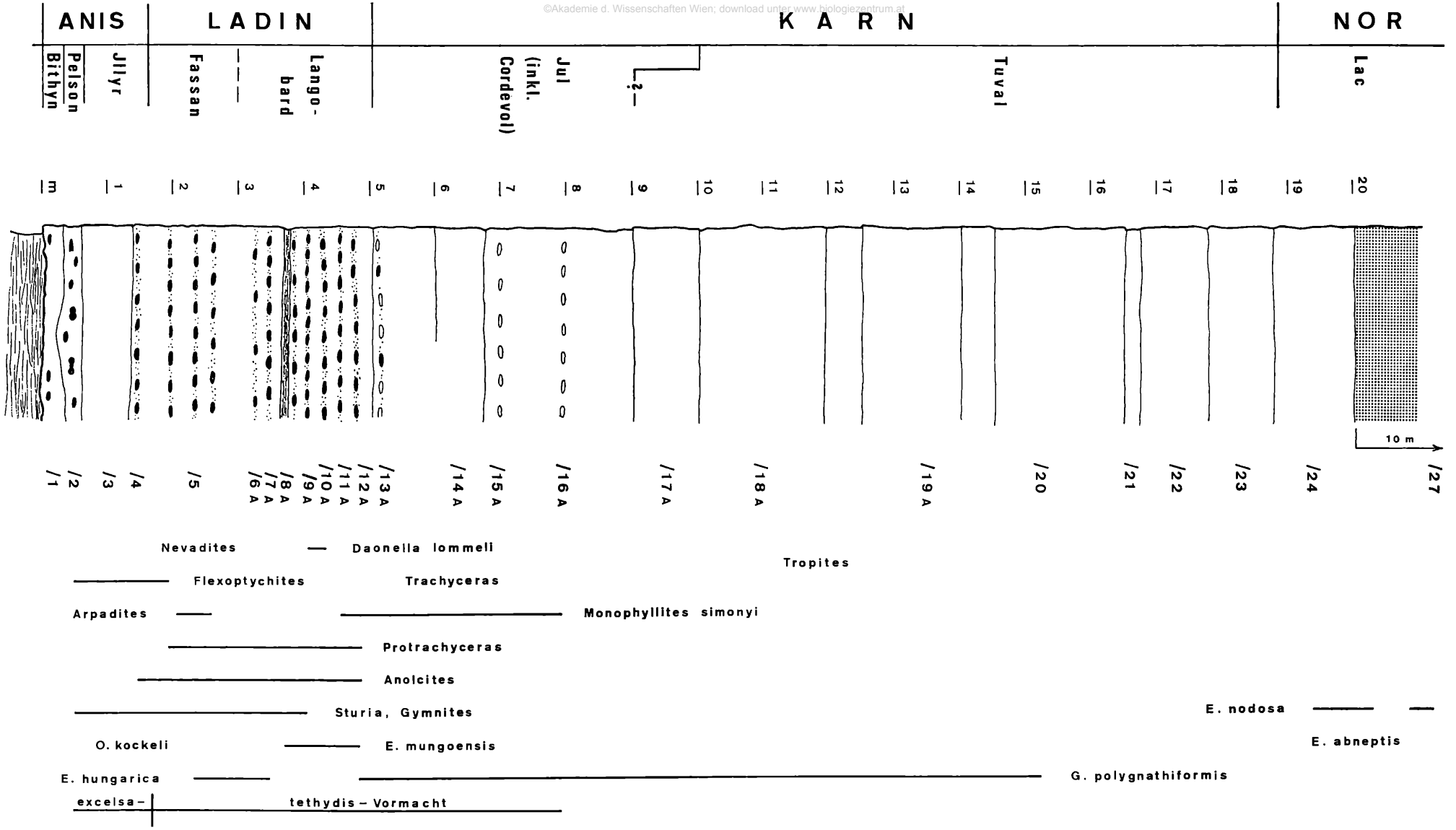

Abb. 3. Detailprofil durch den „Roten Bankkalk" im Steinbruch südlich des Hirtenlagers mit den Ammonitenlagen /1—/16 A (schwarz: mit; weiß: ohne Fe-Oxyd-Krusten); basal: tektonisch stark beanspruchte Tuffe; hangend: „Massiger Hellkalk".

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Nach Jacobshagen 1967, 23, sind die anisischen und ladinischen Faunen in den von ihm untersuchten Profilen stratigraphisch kondensiert, da Arten mehrerer Zonen miteinander vermengt auftreten. Es darf allerdings nicht außer acht gelassen werden, daß beim Aufsammeln Schichtpakete bis 1 m Dicke zusammengefaßt und als einzeitig betrachtet wurden. Nach unserer Meinung liegt viel eher „Rucksack-Kondensation" vor, wie sie z. B. in den obertriassischen Ammonitenfaunen der alpinen Hallstätter Kalke (Mojsisovics 1873—1902) weit verbreitet war. Auch dort hat sich in vielen Fällen die „Kondensation" durch sorgfältige Neuaufsammlungen in eine zwar stark komprimierte, aber normale Zonenfolge verwandelt (Krystyn 1973; 1974). Die Verdoppelung anisischer Faunen im Profil III (Jacobshagen 1967, 17) hingegen kann nicht durch Faunenmischung erklärt werden, sondern dürfte tektonische Ursachen haben.

Unser Profil wurde im Steinbruch südlich des Hirtenlagers aufgenommen und entspricht ziemlich genau dem Schnitt A Va von Jacobshagen 1967 bzw. Pelosio 1973. Es enthält, neben dem bereits von Pelosio 1973 hervorgehobenen Mittelanis-Horizont, im Fassan mindestens fünf, im Langobard sogar sieben deutlich getrennte Fossillagen. Diese führen zum Teil unterschiedliche Faunen und lassen eine Aufgliederung des alpinen Ladin in zahlreiche Ammonitenzonen erwarten. Obwohl aus dem Fassan fast 500 Ammoniten horizontiert entnommen wurden, muß mit feinstratigraphischen Aussagen noch etwas zugewartet werden. Bei einem Verhältnis von stratigraphisch kaum verwertbaren leiostraken zu kurzlebigen trachyostraken Ammonoideen von 10:1 ist ein Mehrfaches der obigen Menge nötig, um wenigstens die wichtigsten Arten einigermaßen vollständig zu erfassen.

Anis

Erfreulich ist der Nachweis von Unteranis (Aegeum + Bithyn sensu Assereto 1974) in der an Keratophyrtuff-Intraklasten reichen Basalbank 1. Sie lieferte zahlreiche Exemplare von *Leiophyllites confucii* Diener und *Procladiscites* sp.; Conodonten wurden keine gefunden.

Aus dem Pelson (Ammonitenbank 2) stammt eine umfangreiche, schon lange bekannte Fauna (Renz 1910, Pelosio 1973), in der *Ptychites* (mit ca. 70%) überaus dominiert. Für die Einstufung maßgebend, jedoch eher selten, sind *Acrochordiceras*, *Balatonites* und *Paraceratites*. Sie belegen auf jeden Fall die Bino-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

dosus-Zone (Niveau 3 sensu Assereto 1971), möglicherweise auch die Balatonicus-Zone (sensu Assereto 1974, 34). Unter den Conodonten ist *Ozarkodina? kockeli* Tatge zu erwähnen.

Das tiefe Illyr (Trinodosus-Zone) steckt großteils in der fossilleeren 1 m dicken Bank 3, ein kleiner Teil könnte noch in 2 kondensiert sein. Ebenfalls zum Illyr wird die Fossilschicht 4 gerechnet. Hier kommen neben seltenen Flexoptychiten *Anolcites* (*A.* cf. *furcosus* Mojs.) und *Nevadites* (*N. humboldtensis* Smith), knapp darunter auch *Kellnerites* (*K. bosnensis* [Hauer]) und Ceratiten der „*C.*" *reitzi*-Gruppe vor. Diese Fauna entspricht klar der Reitzi-Zone (sensu Assereto 1969), doch kann mitkondensierte Avisianus-Zone (=Polymorphus-Zone sensu Rieber 1973) nicht ausgeschlossen werden.

In Übereinstimmung mit Silberling & Tozer 1968 wird die Reitzi-Zone — als Gegenstück der amerikanischen Occidentalis-Zone — zum Anis gezählt, obwohl sie in ihrer ursprünglichen Definition zweifelsohne dem Ladin angehörte. Wie in vielen Fällen trägt leider ein Blick auf die historische Entwicklung weniger zur Klarstellung als zur Verwirrung bei. Einerseits haben Mojsisovics & al. 1895, 1293 bei der Errichtung der Bosnischen Unterstufe, später durch das Illyr (Pia 1930) vollinhaltlich ersetzt, ausdrücklich auf den Han Bulogkalk bei Sarajevo und seine durch Hauer 1887; 1892; 1896 monographisch erfaßte Ammonitenfauna Bezug genommen. In ihr treten aber mit *Kellnerites*, *Nevadites* (*N. crassus*, *N. ecarinatus*) und *Halilucites* maßgebende Gattungen der gelben Reitzi-Kalke des Bakony auf (Böckh 1873). Es schließt also der Stratotyp des Illyr nicht nur die Trinodosus-Zone, sondern mit Sicherheit auch die Reitzi-Zone ein. Andererseits ist die Fauna der „Zone des *Trachyceras reitzi*" mit allen Ladin-Definitionen (Bittner 1892, entsprechend der „Norischen" Unterstufe von Mojs. & al. 1895) untrennbar verbunden, wobei aber als zusätzliche Feinheit Mojsisovics & al. 1895, 1279 die Ladin-Basis mit *Protrachyceras curionii* definieren.

Bei den Conodonten liegt eine charakteristische Grenze knapp über 4, wo die bis dahin vorherrschende *Gondolella excelsa* einer *Gladigondolella tethydis*-Dominanz Platz macht. Sollte dieser Faunenumschlag nicht lokale Ursachen haben, sondern in der Tethys weiter verbreitet sein (wofür bislang Hinweise fehlen), würde sich die hier gehandhabte Grenzziehung Anis—Ladin auch durch Conodonten leicht wiederfinden lassen. Dagegen fehlt ein anderer als markant beschriebener Faunenschnitt, mit dem Kozur & Mostler 1971 in der „austroalpinen Conodontenprovinz" Trinodosus- und Avisianus-Zone durch das Einsetzen von *Gladigondolella tethydis* unterscheiden. Bekanntlich gilt diese Untergliederung (z. T. mit Einschränkungen) nur für den Nordalpen- und Karpatenraum, schon in Oberitalien und Jugoslawien ist *Gladigondolella tethydis* ab dem Pelson, in Griechenland sogar ab dem Unteranis vertreten. An sich wäre dieses Faktum keiner

besonderen Erwähnung wert, würde nicht KOZUR 1971, 111; 1974, 173, dafür eintreten, mit diesem wenig geeigneten — da von Mitteleuropa abgesehen sonst nirgends faßbarem — Leitereignis die Anis-Ladin-Grenze festzulegen.

Ladin

Dem Fassan entsprechen fünf auf rund 1 m verteilte Fossillagen, die alle durch frühe „Protrachyceraten" (mit ceratitischer Sutur) gekennzeichnet sind. Sie werden derzeit näher bearbeitet; bereits identifiziert wurden „*P.*" *recubariense* MOJS., „*P.*" *margaritosum* MOJS. und das bislang nur aus Nordamerika bekannte „*P.*" *meeki* MOJS. In der tiefsten Lage (40 cm unter 5) kommt als letzter Ptychit *Flexoptychites angusteumbilicatus* (BÖCKH) vor. In der Schicht darüber setzt *Arpadites* ein und läuft artenreich (*A. fassaensis* WILCKENS, *A. szaboi* [BÖCKH], *A. celtitoides* ARAIGHI) bis oben durch. *Procladiscites* erlischt noch im Fassan, wie die letzten Funde (20 cm unter 5) zeigen. Die Fauna besitzt in ihrer Gesamtheit auffallende Parallelen zu jener der geringmächtigen Rotkalke des Monte Clapsavon in den Karnischen Alpen (DE TONI 1914, PISA 1966). Bis dato immer als langobardische „Leitfauna" angesehen, dürfte sich in ihr auch ein starker fassanischer Anteil verbergen. Unter den stratigraphisch verwertbaren Conodonten setzt im höheren Fassan *Epigondolella hungarica* KOZUR & VEGH ein.

Zum etwas mächtigeren Langobard (ca. 2 m) ist die Abgrenzung unsicher, da aus 6 A und 7 A noch keine Ammoniten vorliegen. In den Lagen 8 A und 9 A treten *Protrachyceras archelaus* LAUBE — zusammen mit *Daonella lommeli* WISSMANN — erstmals, *Sturia* und *Gymnites* hingegen letztmals auf. *Joannites*, hier noch selten, stellt in 11 A und 12 A das dominierende Faunenelement [*J. diffissus* (HAUER), *J. klipsteini* (MOJS.) u. a.], diese beiden Schichten bilden faunistisch eine Einheit. Mit *Paratrachyceras regoledanum* (MOJS.), *Clionitites* div. sp., *Lobites ellipticus* (HAUER), *L. frechi* (RENZ) und *Romanites simionescui* KITTL entsprechen sie der weit verbreiteten Sutherlandi-Zone des obersten Ladin (vgl. KRYSTYN & GRUBER 1974). Auch die Conodontenfaunen spiegeln diese Einstufung wider. *Epigondolella mungoensis*, „Leitform" des Oberladin, reicht von 8 A bis 12 A, *Gondolella polygnathiformis* BUDUROV & STEFANOV setzt in der Sutherlandi-Zone (12 A) ein.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Karn

Mit dem Ende der Subsolutionsfazies werden die Ammoniten seltener und verlieren außerdem ihre dünne Fe-Oxyd-Kruste; sie sind dadurch kaum mehr aus dem Gestein zu gewinnen. Wurden im Unterkarn wenigstens noch einige Exemplare gefunden, so mußten sich die Einstufungen im oberen Karn und Nor fast ausschließlich auf Conodonten stützen.

Wie bereits früher dargelegt (Krystyn 1974a), wird für das Unterkarn eine Unterstufe als ausreichend betrachtet. Ins Jul (unter Einschluß des Cordevol) können die Lagen 13 A — mit *Trachyceras*? sp., *Joannites cymbiformis* (Wulfen), *Monophyllites simonyi* (Hauer) — und 16 A — mit den beiden zuletzt genannten Arten — eingestuft werden.

Leider erschweren die wenigen Anhaltspunkte eine Fixierung der Jul-Tuval-Grenze beträchtlich. Sie wird mit Vorbehalt zwischen den Bänken 16 A und 17 A gezogen, da von hier an *Gondolella polygnathiformis* allein vorkommt (vgl. dazu Krystyn 1973, 134). Einen Meter höher (ab Bank 18 A) ist Tuval jedoch gesichert. Ein nur im Querschnitt erkennbarer und daher nicht näher bestimmbarer *Tropites* belegt Dilleri- bis Subbullatus-Zone. Mit Hilfe der fündigen Conodontenproben 19 A und 20 werden auch die folgenden 5 m in die Dilleri- bis Subbullatus-Zone eingestuft. Bedauerlicherweise haben die nächsten 3 m keine Conodonten erbracht, so daß das oberste Tuval ohne Fossilbelege bleibt. Erst die Bank 24 an der Grenze zum Hellkalk führt wieder eine reichere, schon unternorische Fauna.

Nor

Wie zuvor erwähnt, wird die letzte Rotkalk-Bank 24 bereits ins unterste Nor (untere Kerri-Zone sensu Krystyn 1974b) aufgrund des Dominierens von *Epigondolella nodosa* (Hayashi) und Fehlens von *Gondolella polygnathiformis* eingestuft. Im anschließenden Massigen Hellkalk wurden 10 m über der Basis neben häufigen *Epigondolella abneptis* (Huckr.) einige Exemplare von *Epigondolella nodosa* und *Epigondolella permica* (Hayashi) gefunden, was der oberen Kerri-Zone (sensu Krystyn 1974b) entspricht. In den folgenden 10—20 nicht mehr beprobten Metern wird wahrscheinlich noch ein Teil der Paulckei-Zone enthalten sein.

Geologische Stellung der Hallstätter-Kalk-Scholle

Bisherige Deutung

In der weiteren Umgebung des Tempels von Epidavros finden sich drei Vorkommen von triassischen ammonitenführenden Kalken. Das erste liegt rund 5 km östlich von Lygourion und etwa 800 m NNW der Ruinen des Tempels, am östlichen Fuße des Hügels „Theokafta" Es handelt sich hier um die typischen Asklepieionkalke von C. Renz. Ein anderer Aufschluß liegt ebenfalls nicht weit vom alten Theater weg (ca. 3 km SW davon), auf dem Hügel „Alogomandra" Die hier zutage tretenden Kalke wurden von C. Renz als Haghios Andreas-Schichten bezeichnet. Ein drittes, sehr kleines Vorkommen triassischer Kalke schließlich liegt unmittelbar nördlich der Straße, die zum Theater führt, an ihrer Einmündung in die Nationalstraße Lygourion—Adhami. Alle diese Vorkommen hat C. Renz 1906 aufgrund der enthaltenen reichen Cephalopodenfaunen als Äquivalente der Hallstätter Kalke bzw. der Hallstätter Fazies angesprochen. Es handelt sich um rötliche gebankte Kalke, welche sich durch geringe Mächtigkeit bei gleichzeitig großem stratigraphischem Umfang auszeichnen.

Zur tektonischen Stellung schreibt C. Renz 1955, 475, wörtlich: „Die argolischen Asklepieionkalke würden demnach .. der Parnass-Kionaserie zuzuteilen sein. Sie lagern auch beim Hieron von Epidauros konform mit den tektonischen Verhältnissen auf Hydra deckenmäßig über der Gesteinsgruppe der O-P-Serie als dem tektonisch liegenden Triasverband und sind darin noch eingeknetet."

Nach Bender & al. 1960, 211, verzahnen sich Keratophyrtuffe und Radiolarite, welche der Olonos-Pindos-Zone angehören. Die Radiolarite sollen außerdem seitlich in die überkippt liegenden Asklepieionkalke übergehen, die als Kalklinsen innerhalb der Radiolaritfazies anzusprechen sind. Beim Vorkommen von Theokafta (op. cit., S. 205) sehen sie eine Verzahnung zwischen Kalk und Radiolarit durch allmähliche Zunahme der Hornsteinführung nach Süden bis die Kalke vollständig vom Radiolarit ersetzt werden. Die selben Verhältnisse setzen sie auch am nördlichen Ende der Kalklinse voraus, obwohl hier der Übergang ziemlich brüsk ist. Der rasche Wechsel wird mit Hilfe einer die Schichtfolge unterbrechenden Querstörung erklärt.

Nach Bender hat Dercourt 1965, 40, die Kalke untersucht und ist dabei zu einer ganz anderen stratigraphischen Gliederung

gelangt. Er nimmt zwar ebenfalls an, daß die Asklepieionkalke in den Radiolarit eingeschaltet sind, deutet sie aber — im Gegensatz zu BENDER & al. 1960 — als aufrecht und läßt sie von den Tuffen überlagern.

BANNERT & BENDER 1968 und JACOBSHAGEN 1972 führen aus, daß — beginnend im Anis — die inneren Helleniden von Seichtwasserkalken beherrscht werden, mit Ausnahme des Berglandes von Argolis und der Insel Hydra, wo sie von Ammonitenkalken, plattigen Hornsteinkalken und Radiolariten eines tieferen Meeresbecken vertreten werden. Sie halten die Verzahnung für umso verständlicher, weil dieser Raum paläogeographisch an den in der Mitteltrias bereits ausgebildeten Pindos-Trog anschließt.

Ein Vergleich der Schichtfolgen bei BENDER & al. 1960 bzw. DERCOURT 1965 zeigt deutlich die gegensätzlichen Ansichten beider Seiten bezüglich der stratigraphischen Stellung der Tuffe. Während nach ersteren die Tuffe unter den Asklepieionkalken liegen, betrachtet sie DERCOURT als das Hangende der Kalke. Aus dieser unterschiedlichen Auffassung resultiert auch die gänzlich abweichende Interpretation der paläogeographischen, stratigraphischen und tektonischen Stellung der Asklepieionkalke von Epidauros.

Deutung als Gleitscholle

Im folgenden wird versucht, eine neue, von den bisherigen ganz abweichende Erklärung der geologischen Lagebeziehung zwischen Radiolariten und eingeschlossener Kalkscholle zu geben. Unsere Ansicht gründet sich auf folgende Beobachtungen, die nicht nur sehr charakteristisch, sondern gleichzeitig auch wichtig für die von uns vorgeschlagene Darstellung sind:

— die Asklepieionkalke zeigen eine sehr begrenzte oberflächige Ausdehnung
— die Grenzen der Kalke zum Radiolarit sind übergangslos, zum Teil extrem scharf
— die Kalke liegen überkippt.

Die Grenzen sind am besten entlang des südlichen Randes der Kalkscholle zu sehen. An dieser Stelle stoßen die Kalke ganz abrupt mit einer tektonischen Fläche an den Radiolarit, von einem allmählichen Übergang kann keine Rede sein. Abb. 4 zeigt aus diesem Bereich eine tektonische (?) Brekzie, die ausschließlich aus eckigen Kalkkomponenten besteht. Auf der Oberfläche der Brekzie bildet sich stellenweise ein Mikrorelief, welches

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 4. Grenzfläche Hallstätterkalk — Radiolarit am Südrand der Scholle. Die Brekzie besteht ausschließlich aus (Hallstätter-) Kalkkomponenten.

Abb. 5. Position wie Abb. 4; die Kalkbrekzie ist von ungestörtem Radiolarit bedeckt (einige Trümmer „schwimmen" teilweise im Radiolarit).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

durch cm-große Eintiefungen der Oberfläche charakterisiert ist. Bemerkenswert ist nun, daß die Zwickel zwischen den Komponenten durch Radiolarit plombiert sind. Teilweise entsteht sogar der Eindruck, einzelne Kalktrümmer würden zur Gänze im Radiolarit schwimmen (Abb. 5). An anderer Stelle ersetzen an- oder gutgerundete Komponenten die eckigen, auch in diesen Fällen besteht die normalsedimentäre Füllung in den zwischen den „Geröllen" gebildeten Eintiefungen aus Hornsteinmaterial*). Die Brekzie selbst ist gleichförmig durch ungestörten Radiolarit (Abb. 5) bedeckt.

Fassen wir die Beobachtungen zusammen, so läßt sich folgendes, zumindest zweiphasiges, Geschehen rekonstruieren. Die erste tektonische Aktivität zerlegt noch im primären Absatzgebiet die Hallstätter Kalke von Epidauros in einzelne Bruchschollen. In einer zweiten orogenen (?) Phase werden diese Schollen durch submarin-gravitative Gleitvorgänge aufgearbeitet und — nach unbekannter Transportweite — isoliert in den Radiolarit eingebettet. So ist zu erklären, warum an der Grenze Hallstätterkalk — Radiolarit die Störungsfläche nur am Kalk auftritt, während der Radiolarit in normalsedimentären Kontakt mit ihr kommt.

Man könnte nun meinen, unsere Ansicht würde sich mit jener von C. RENZ 1955 decken, was aber keineswegs der Fall ist. Zwar spricht auch er von einer tektonischen Grenze, nimmt jedoch gleichzeitig an, daß die Kalke auf den Radiolarit überschoben sind. Fall es wirklich so wäre, müßte auch der Radiolarit tektonische Beanspruchung aufweisen, und der Mylonit entlang der Störungsfläche sowohl aus Kalk- als Hornsteintrümmern bestehen, nicht aber ausschließlich aus Kalkkomponenten.

Darum sind wir der Meinung, daß die Hallstätterkalk-Scholle von Epidauros einen tektonisch isolierten Block bildet, welcher im Gefolge synsedimentärer Tektonik als Fremdkörper während der Sedimentation der Radiolarite in diesen Meeresraum eingebracht wurde. Ob jetzt ein „Olisthothrymma" vorliegt, wie RICHTER & MARIOLAKOS 1973 meinen und von anderen Stellen des Peloponnes beschrieben haben, ist schwer zu sagen, weil wir erst am Anfang der Erforschung stehen und viele Daten fehlen, vor allem über Alter und Ausdehnung dieses neuerkannten Phänomens. Auf jeden Fall ist eine weitere Verbreitung zu vermuten, denn auch die vor kurzem beschriebenen, isolierten oberladinisch-

* Hinzugefügt werden muß noch, daß an vielen Stellen die Kleinklüfte in der Kalkgrenzfläche wie auch die Oberfläche der Brekzie von einer dünnen schwarzen Haut bedeckt sind, die makroskopisch aus Fe- oder Mn-Hydroxyden zu bestehen scheint.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

unterkarnischen*) Hallstätterkalk-Blöcke von Males im Südosten der griechischen Insel Kreta dürften nach den Fundangaben (CREUTZBURG & al., 1966) Olistholithe (oder Olisthothrymma) darstellen.

Auch BACHMANN & JACOBSHAGEN 1974, 212, beschreiben einzelne Sedimentgleitungen in den Hallstätter Kalken von Epidauros. Sie halten diese aber für Produkte kleinräumiger Bewegungsvorgänge, wobei der ursprüngliche Schichtverband voll erhalten blieb. So stellt sie das Festhalten an der direkten Verzahnung Radiolarit—ammonitenreicher Hallstätterkalk vor große Probleme bei der Deutung des Ablagerungsmilieus (op. cit., S. 211f.). Ein Vergleich mit radiolaritreichen (Tiefwasser-)Serien der alpin-mediterranen Obertrias (Budva-Zone, Südjugoslawien; „Untere Antalya Decke" des Taurusgebirges, Südwesttürkei) zeigt, daß mit den Radiolariten nur ganz bestimmte Kalktypen in Kontakt treten. Dabei handelt es sich fast ausschließlich um mehr oder minder kieselreiche Filamentkalke, die — von den kleinen Bivalvenschälchen abgesehen — ausgesprochen makro- und mikrofossilarm sind. Ihr einheitliches Gefüge und die große Mächtigkeit, wie auch das Fehlen von Aufarbeitung, Hartgrundbildung und Resedimentation größeren Umfangs (die typischen Merkmale des cephalopodenreichen Hallstätterkalkes) deuten auf kontinuierliche und sehr ruhige Sedimentationsbedingungen. Dagegen entstammen die Hallstätter Ammonitenkalke einem radiolaritfreien, weil seichteren (p. p. neritischen) Ablagerungsbereich, der durch geringe Sedimentationsrate und kleinräumig stark wechselndes Relief (vgl. SCHLAGER 1969) gekennzeichnet war. Auslösende Ursache dafür war synsedimentäre Bruchtektonik, die mit ihren charakteristischen Begleiterscheinungen (Schwellenbildung mit Schichtkondensation; Fossilspalten) erst jene reichen Faunenanhäufungen bewirkte.

Literatur

ASSERETO, R., 1969: Sul significato stratigrafico de la „zona ad avisianus" del Trias Medio delle Alpi. — Boll. Soc. Geol. It., *88*/1, 123—145, 2 Abb., 1 Tab., Roma.

*) CREUTZBURG & al. 1966, 183, stufen die gesamte, aus verschiedenen Blöcken stammende Ammonitenfauna ins Unterkarn (*Trachyceras aon*-Zone) ein. Da neben *Trachyceras* aber auch *Sturia* und *Romanites* (=*Cladiscites* n. sp. bei CREUTZBURG & al. 1966, 195) zitiert werden, ist Oberladin eindeutig mit vertreten.

— 1971: Die Binodosus-Zone. Ein Jahrhundert wissenschaftlicher Gegensätze. — Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I, *179*, 25—53, 5 Abb., Wien.

— 1974: Aegean and Bithynian: proposal for two new Anisian substages. — Schriftenr. erdwiss. Komm., Österr. Akad. Wiss., *2*, 23—39, 8 Abb., Wien.

BACHMANN, G. H. & JACOBSHAGEN, V., 1974: Zur Fazies und Entstehung der Hallstätter Kalke von Epidauros (Anis bis Karn; Argolis, Griechenland). — Z. Deutsch. Geol. Ges., *125*, 195—223, 7 Abb., 4 Taf., Hannover.

BANNERT, D. & BENDER, H., 1968: Zur Geologie der Argolis Halbinsel (Peloponnes, Griechenland). — Geologica et Palaeontologica, *2*, 151—162, 8 Abb., Marburg.

BENDER, H., 1970: Zur Gliederung der mediterranen Trias II. Die Conodontenchronologie der mediterranen Trias. — Ann. géol. Pays Hell., *19*, 465—540, 9 Abb., 5 Taf., Athen.

BENDER, H., HIRSCHBERG, K., LEUTERITZ, K., MÄNZ, H., 1960: Zur Geologie der Parnass-Kionazone und der Olonos-Pindoszone im Tal des Asklepieion (Argolis). — Ann. géol. Pays Hell., *11*, 201—213, 5 Abb., Athen.

BITTNER, A., 1892: Was ist norisch? — Jb. Geol. R.-A., *42*, 387—396, Wien.

BÖCKH, J., 1873: Die Geologischen Verhältnisse des südlichen Theiles des Bakony. — Jb. ungar. geol. Anst., *2*/2, 27—180, 10 Taf., Budapest.

CREUTZBURG, N., KLÖCKER, B. & KUSS, S. E., 1966: Die erste triadische Ammonoideen-Fauna der Insel Kreta. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., *56*, 183—207, 13 Abb., Freiburg.

DERCORT, J., 1964: Contribution à l'étude géologique d'un secteur du Péloponnèse septentrional. — Ann. Géol. Pays. Hell., *15*, 1—418, 115 Abb., 80 Taf., Athen.

DE TONI, A., 1914: Illustrazione della fauna Triasica di Valdepena (Cadore). — Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, *2*, 113—194, 8 Abb., 6 Taf., Padova.

HAUER, F. v., 1887: Die Cephalopoden des Bosnischen Muschelkalkes von Han Bulog bei Sarajevo. — Denkschr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., *54*, 1—50, 8 Taf., Wien.

— 1892: Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden aus der Trias von Bosnien I. Neue Funde aus dem Muschelkalk von Han Bulog bei Sarajevo. — Denkschr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., *59*, 251—296, 15 Taf., Wien.

— 1896: Beiträge zur Kenntniss der Cephalopoden aus der Trias von Bosnien II. Nautileen und Ammoniten mit Ceratitischen Loben aus

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

dem Muschelkalk von Haliluci bei Sarajevo. — Denkschr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., *63*, 237—276, 13 Taf., Wien.

HUCKRIEDE, R., 1958: Die Conodonten der mediterranen Trias und ihr stratigraphischer Wert. — Pal. Z., *32*, 141—175, 5 Taf., Stuttgart.

JACOBSHAGEN, V., 1967: Cephalopoden-Stratigraphie der Hallstätter Kalke am Asklepieion von Epidauros (Argolis, Griechenland). — Geologica et Palaeontologica, *1*, 13—33, 8 Abb., 2 Taf., Marburg.

JACOBSHAGEN, V., 1972: Die Trias der mittleren Ost-Ägäis und ihre paläogeographischen Beziehungen innerhalb der Helleniden. — Z. Deutsch. Geol. Ges., *123*, 445—454, 5 Abb., Hannover.

KOZUR, H., 1971: Zur Verwertbarkeit von Conodonten, Ostracoden und ökologisch-fazielle Untersuchungen in der Trias. — Geologica Carpathica, *22*/1, 105—130, 6 Taf., Bratislava.

— 1974: Probleme der Triasgliederung und Parallelisierung der germanischen und tethyalen Trias, Teil I: Abgrenzung und Gliederung der Trias. — Freib. Forsch.-H., C *298*, 139—197, 2 Tab., Freiberg.

KOZUR, H. & MOSTLER, H., 1971: Probleme der Conodontenforschung in der Trias. — Geol. Paläont. Mitt. Ibk., *1*/4, 17 S., 2 Taf., Innsbruck.

KRYSTYN, L., 1973: Zur Ammoniten- und Conodonten-Stratigraphie der Hallstätter Obertrias (Salzkammergut, Österreich). — Verh. Geol. B.-A. 1973/1, 113—153, 7 Abb., 5 Taf., Wien.

— 1974a: Probleme der biostratigraphischen Gliederung der Alpin-Mediterranen Obertrias. — Schriftenr. erdwiss. Komm., Österr. Akad. Wiss., *2*, 137—144, 1 Abb., 1 Tab., Wien.

— 1974b: Zur Grenzziehung Karn—Nor mit Ammoniten und Conodonten. — Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., *108*, 47—53, 1 Abb., Wien.

KRYSTYN, L. & GRUBER, B., 1974: *Daonella lommeli* (WISSMANN) im Hallstätter Kalk der Nördlichen Kalkalpen (Österreich). — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1974/5, 279—286, 2 Abb., Stuttgart.

KRYSTYN, L., SCHÄFFER, G. & SCHLAGER, W., 1971: Über die Fossillagerstätten in den triadischen Hallstätter Kalken der Ostalpen. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., *137*/2, 284—304, 9 Abb., Stuttgart.

MOJSISOVICS, E. v., 1873—1902: Das Gebirge um Hallstatt I. — Abh. Geol. R.-A., *6*/1, 356 S., 1. Liefg. 1873, 2. Liefg. 1875, 3. Liefg. (Suppl. Bd.) 1902; *6*/2, 835 S., 1893, Wien.

MOJSISOVICS, E. v., WAAGEN, W. & DIENER, C., 1895: Entwurf einer Gliederung der pelagischen Sedimente des Trias-Systems. — Sitzber. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturwiss. Kl., *104*, 1271—1302, Wien.

PELOSIO, G., 1973: Le ammoniti del Trias medio di Asklepieion (Argolide, Grecia). I.—Fauna del „calcare a Ptychites" (Anisico sup.). — Mem. Soc. It. Sci. Nat. e Museo Civ. St. Nat. Milano. *19*/3, 137—168, 3 Abb., 9 Taf., Milano.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

PIA, J., 1930: Grundbegriffe der Stratigraphie, mit ausführlicher Anwendung auf die Europäische Mitteltrias. — 252 S., 3 Abb., Leipzig und Wien (Deuticke).

PISA, G., 1966: Ammoniti Ladiniche dell'alta valle del Tagliamento (Alpi Carniche). — Giorn. Geol., ser. 2, *33*, 2, 617—683, 4 Abb., 8 Taf., Bologna.

RENZ, C., 1906: Über neue Trias-Vorkommen in der Argolis. — Cbl. Mineral. etc. 1906, 270—271, Stuttgart.

— 1910: Stratigraphische Untersuchungen im griechischen Mesozoikum und Paläozoikum. — Jb. Geol. R.-A., *60*, 418—636, 38 Abb., 5 Taf., Wien.

— 1955: Die vorneogene Stratigraphie der normalsedimentären Formationen Griechenlands. — Institute for Geology and Subsurface Research. — 623 S., 4 Taf., Athen.

RICHTER, D. & MARIOLAKOS, I., 1973: Olisthothrymma, ein bisher nicht bekanntes tekto-sedimentologisches Phänomen in Flysch-Ablagerungen. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., *142*/2, 165—190, 16 Abb., Stuttgart.

RIEBER, H., 1973: Cephalopoden aus der Grenzbitumenzone (Mittlere Trias) des Monte San Giorgio (Kanton Tessin, Schweiz). — Schweiz. Paläont. Abh., *93*, 1—96, 22 Abb., 13 Tab., 17 Taf., Basel.

SCHLAGER, W., 1969: Das Zusammenwirken von Sedimentation und Bruchtektonik in den triadischen Hallstätterkalken der Ostalpen. — Geol. Rdsch., *59*/1, 289—308, 8 Abb., Stuttgart.

SILBERLING, N. J., 1962: Stratigraphic distribution of middle Triassic ammonites at Fossil Hill, Humboldt Range, Nevada. — Journ. Paleont., *36*/1, 153—160, 2 Abb., Tulsa.

SILBERLING, N. J. & TOZER, E. T., 1968: Biostratigraphic classification of the marine Triassic in North America. — Geol. Soc. America, Spec. Pap., *110*, 63 S., Boulder (Colorado).

WENDT, J., 1970: Stratigraphische Kondensation in triadischen und jurassischen Cephalopodenkalken der Tethys. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1970/7, 433—448, 13 Abb., Stuttgart.

— 1973: Cephalopod accumulations in the Middle Triassic Hallstatt-Limestone of Jugoslavia and Greece. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1973/10, 624—640, 10 Abb., Stuttgart.